NEDOエネルギー・地球環境分野成果報告会2026（分野名：風力発電）
発表No.：I-22

風力発電導入支援事業／洋上ウインドファーム開発支援事業

沖合における風況観測手法の確立にかかる基盤調査

団体名：株式会社ウインドエナジーコンサルティング、一般財団法人日本海事協会
発表日：2026年7月21日

◆事業の目的・目標

＜事業背景＞

- 風車設計や事業性評価のために高精度の風況データの取得が必要
- 陸上や陸地に近い海域における洋上風況観測手法は確立されている。一方、**浮体式洋上ウィンドファームの設置が想定される沖合における洋上風況観測手法は未確立**であり、風況観測マストによる観測が困難な場合の代替手段として、フローティングライダー等を用いた風況観測手法の確立が求められている。
- なお、政府が掲げる洋上風力発電の導入目標（2040年までに3,000～4,500万kW）達成には、沖合での浮体式洋上ウィンドファームの導入拡大が不可欠であるとの官民共通理解のもと、沖合における風況観測手法の確立は喫緊の課題となっている。

＜事業概要＞

- 本事業は、上記課題解決のために沖合の風況観測手法の確立に向けて4つの研究開発項目を実施するものである。基盤調査チームは、研究開発項目(I)～(III)の研究成果およびその他の国内外で行われている技術開発動向調査結果を踏まえ、2023年にNEDOが公開した洋上風況観測ガイドブックを更新する。

＜実施内容＞

① 沖合の風況観測に係る国内外の動向調査

- 国内外の洋上風況観測の事例を調査し、水深・離岸距離・課題などの整理
- 国内外の洋上風況観測方法の変遷（洋上風況観測タワー（着床式、浮体式）、プラットフォーム上の鉛直ライダー、FLS、スキャニングライダー）
- 国内外の洋上風況観測装置の開発事例など
- 洋上風況観測の実施フレームワーク（行政、民間、共同）など
- 洋上を含む風況観測の国際規格、ガイドライン、リコメンデッドプラクティスなど
- 風力発電設備設計のためのサイト風条件の国際規格、ガイドライン、リコメンデッドプラクティスなど
- 沖合での洋上風況観測の低コスト化事例

② 洋上風況観測ガイドブックの更新

- 研究開発項目(I)～(III)の研究成果及び沖合風況観測に係る国内外の動向調査を踏まえてガイドブックを更新
- 研究開発項目(I)～(III)の実証で得られる観測情報は、特定の観測機器及び海域でのデータとなるため、**他の観測機器、他の海域で利用可能な汎用的な知見として集約**する。
- 風況観測手法およびデータの評価に関しては、業界標準のMEASNET及びIECを参考にする。
- 沖合風況観測の動向調査においては、文献やデータベース調査に加えて、国内外の会議・学会への参加を通じた調査や風況観測に関わる専門家や企業へのヒアリングを実施予定である。また、他のNEDO事業で得られた成果や知見をNEDO殿と相談の上で活用することも視野に入れる。

◆2025年度の主な成果

① 沖合の風況観測に係る国内外の動向

- 海外の浮体式実証プロジェクトにおける風況観測の調査事例（表2）
- 各洋上風況観測手法の整理例（表3）
- 沖合風況観測に係る諸課題（表4）
- 国内のFLS観測事例
- 国内外のFLS乱流観測研究事例（表5）
  - 3機種のFLS乱流観測のデータ分析及び動揺試験（前NEDO事業・洋上風況調査手法確立）
  - 物理モデル／統計モデルによる補正方法の開発（現NEDO事業・沖合風況観測）
  - FLSメーカーの研究（ノルウェー、デンマーク、スペイン）
  - 国際共同研究（仏・FEM及び独・Fraunhofer IWESなどの国立研究所）
  - 国プロ（米・PNLL）

② 沖合の風況観測に係る国内外の動向

- 国内外の洋上風況観測関連のガイドブック、推奨基準、規格等の変遷（図1）
- ガイドブック目次及び更新予定項目（表6）

◆課題と今後の取組

- ガイドブック更新に関するパブリックコメントの募集
  - 今後、さらに沖合風況観測計画が増えることが想定され、最新情報のガイドブックへの早急な反映のニーズは高いと考えられるため、現時点で追記できる点は、2026年度中に更新版を発行予定。（表6緑字箇所）
- 研究開発項目(I)～(III)の内容の反映は、随時進捗状況に応じて検討をし、2027年度中に更新版を作成予定。

◆実用化の見通し

- ガイドブック更新版の公開
  - 2026年度中に中間報告版を公開予定
  - 事業終了後（2028年度初）に更新版を公開予定

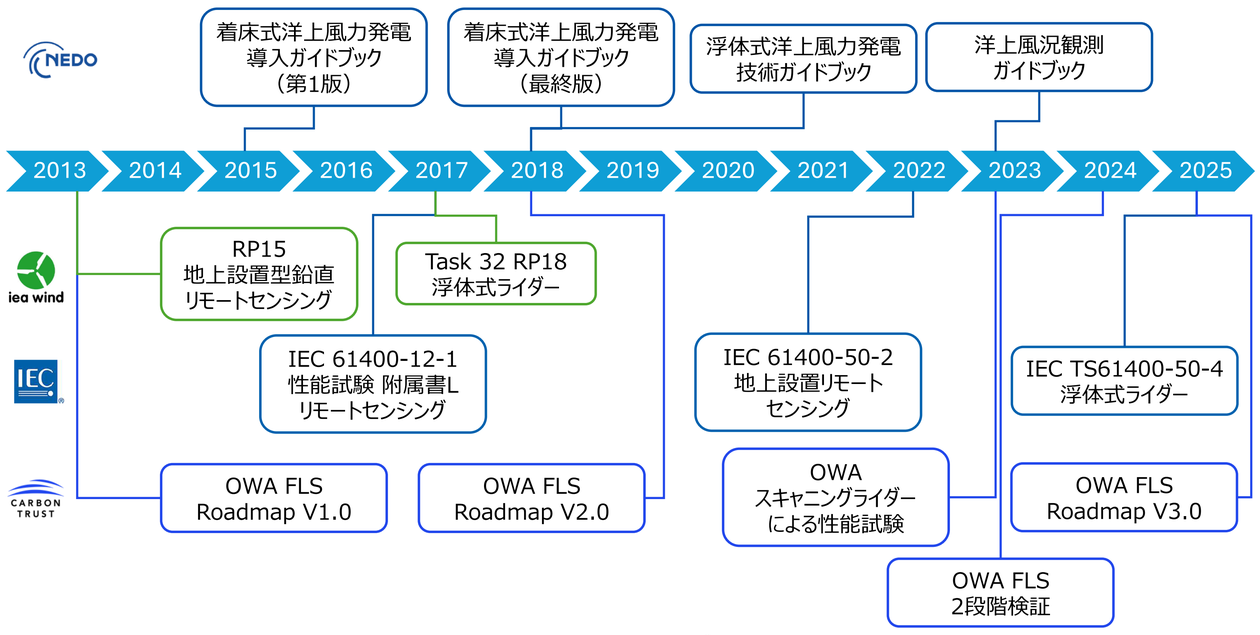

図1　国内外の洋上風況観測関連のガイドブック、推奨基準、規格等の変遷

表1 本事業における各研究開発項目の事業内容

研究開発項目	事業概要	事業内容	実施者
（Ⅰ）：「フローティングライダーシステム（FLS）を用いた沖合の風況観測手法の確立」	今後活用が期待されるFLSを用いた風況観測手法を対象としており、観測精度の検証や観測結果の補正等も含め、FLSによる観測技術の確立を目指す。	①FLSによる洋上観測、精度検証、及びVLによる陸上動揺試験 ②物理モデルによるFLSの測定誤差補正方法の確立と検証 ③機械学習モデルによるFLSの測定誤差補正方法の確立と検証	浮体式洋上風力技術研究組合 学校法人足利大学 国立大学法人東京大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所 （株）ウインドエナジーコンサルティング
（Ⅱ）：「沖合における風況観測にかかる諸課題の把握と動向調査」	洋上風力発電発電設備の大量導入やEEZへの展開を見据え、FLSに限らず、沖合での風況観測の実務上で課題となり得る諸課題を対象とする。	①陸地による風の乱れの定量化 ②既存の風況観測手法のより沖合への適応に向けた検討 ③大水深における風況（気象海象）の観測手法及び施工の最適化 ④風況観測データの適用範囲の最適化 ⑤沖合風況観測データの様々な利用方法の検討	（一財）日本気象協会 国立大学法人神戸大学 国立研究開発法人産業技術総合研究所
（Ⅲ）：「沖合における風況の直接観測に係るニーズおよび観測手法に関する検討」	沖合における、風況マスト観測等の直接観測等を対象としており、そのニーズや合理性を踏まえて、沖合での直接観測の在り方を検討する。	①沖合における風況の直接観測に係るニーズ調査 ②沖合の風況の直接観測における合理的な手法の検討	九電みらいエナジー（株） 国立大学法人神戸大学 レラテック（株） コスモエコパワー（株）
（Ⅳ）：「基盤調査」(本事業)	研究開発項目（Ⅰ）～（Ⅲ）およびその他NEDOが必要と認める研究成果を取りまとめて洋上風況観測ガイドブックの更新を行う。	①沖合の風況観測に係る国内外の動向調査 ②洋上風況観測ガイドブックの更新	**（株）ウインドエナジーコンサルティング （一財）日本海事協会**

表2 海外の浮体式実証プロジェクトにおける風況観測の調査事例

プロジェクト	開発者	水深[m]	離岸距離[km]	観測方法
Hywind Demo	Equinor	200	10	FLS(Fugro Seawatch)
Hywind Scotland Pilot Park	Equinor	98-117	25	調査中
Kincardine	Kincardine Offshore Windfarm	63-69	15	FLS(Fraunhofer IWES)
WindFloat Atlantic	WindPlus	89-98	18	FLS(AXYS FLiDAR)
Les Eoliennes Flottantes du Golfe du Lion（EFGL）	Principle Power	64 - 73	16	FLS(Fugro Seawatch)
GoliatVind	Source Galileo Norge他	337 - 418	85	FPSO上の観測機器

表3 各洋上風況観測手法の整理例

洋上風況観測手法	水深範囲	離岸距離範囲	コスト	乱流強度精度
洋上風況観測タワー（着床式）	＜ 50m	制約なし	High	○
洋上風況観測タワー（浮体式）	＞ 50m	制約なし	Extremely High	△（観測高）
デュアルスキャニングライダー	制約なし	＜ 5km	low	○
デュアルスキャニングライダー（長距離）	制約なし	＜ 10km	Low-Medium	○
FLS	＞ 30m	制約なし	Medium	△（要補正）

表4 沖合風況観測に係る諸課題

大項目	中項目	課題
観測機器	風況観測観測塔(MM)	・高コスト。浮体式、高高度観測は、更にコストが高くなる。 ・設置に時間を要する。 ・保守が難しい（特に強風、高所での作業）。
	デュアルスキャニングライダー(DSL)	・観測距離が長くなると、データ取得率が低下。 ・レンジゲート長を大きくすると、乱流強度の過小評価の度合いが大きくなる。 ・ビームのなす角度が、最適になるような設置場所の確保。 ・沿岸部が山、崖の場合、設置場所の確保が困難。
	浮体式ライダーシステム(FLS)	・観測データが、浮体動揺の影響を受ける（動揺補正が必要）。 ・鉛直ライダーによる乱流強度観測の誤差がある。 ・係留形式によっては、海底の占有面積が大きい。 ・占有許可。
	鉛直ライダー(VL)	・乱流強度観測の誤差がある（補正が必要）。
精度検証サイト		・検証用の高高度風況観測塔が国内にない。 ・FLS検証ができる、検証用観測塔から近く、深い水深が確保できるサイト。 ・様々な環境条件（気象海象）で精度検証をするサイトが国内にない。
補完技術		・沖合観測の方が、欠測リスクが高い。 ・沖合になると、陸上観測との相関性が低減。 ・欠測が多く、補完元との相関が低いと、補完後の精度を維持するのが困難。
適用可能性		・試験サイトで検証された結果の適用可能性をどう確認するか(判断基準)。 ・試験サイトと計画サイトが異なる気象海象条件の場合。

表5　国内外のFLS乱流観測研究事例

FLS機種	実施機関	搭載VL	内容
浮体式サブステーション	東京大学	Windcube	2次元動揺の場合の動揺補正手法。固定式のVL相当に補正。カップ式風速計との差は残る。
–	東京大学	Windcube	模擬乱流場に基づく、ライダーで計測した水平風速の標準偏差の誤差要因の評価
Fugro Seawatch AXYS WindSentinel MIA	神戸大学他	ZX Windcube /ZX Diabrezza	NEDO「着床式洋上ウィンドファーム開発支援事業（洋上風況調査手法の確立）」において、3機種のFLS乱流観測のデータ分析及び動揺試験を実施。
–	神戸大学	Windcube	鉛直ライダーによる乱流強度測定の凍結乱流仮説に基づく算定方法。
Fugro Seawatch AXYS WindSentinel MIA	神戸大学他	ZX Windcube /ZX Diabrezza	有義動揺傾斜角による経験式による補正。

FLS機種	実施機関	搭載VL	内容
Fugro Seawatch	Fugro, NTNU, DTU	ZX	動揺補正のみ実施。固定式のVL相当。カップ式風速計との差は残る。
EOLOS	EOLOS	ZX	機械学習により、動揺補正とVL補正を同時に実施。欧州、米国の風況観測タワーで学習データを拡充、検証済。
Akrocean WINDSEA	France Energy Marine (FEM), Fraunhofer IWES	Windcube	仏の国プロPOWSEIDOM、仏・独共同プロジェクトDRACCAR –NEMOで実施。固定式のVL、FLS、DSLにより、洋上乱流強度計測の実証。数値モデルも含めて、洋上乱流の把握とモデル高精度化を目指す。
AXYS FLiDAR WindSentinel	PNNL	Vindicator	米国DOEの洋上風況観測キャンペーン。国産Lidarを搭載し、動揺補正プログラムの開発を実施。固定式Lidarの乱流強度観測の精度検証と分析を実施。

表6 ガイドブック目次及び更新予定項目(緑字)

章	内容	更新内容案	関連研究開発項目
1.	概説 1.1 適用範囲 1.2 各章の位置付け 1.3 関連法規、規格類 1.4 用語及び略語	・最新の法規、規格類の反映	
2.	風況観測及び風条件の評価 2.1 風況観測項目及び評価項目 2.2 風況の代表性及び観測地点の選定 2.3 観測データの評価	・シア評価のための観測高度（ロータ上端、ハブ高観測の考え方）	沖合風況II
3.	洋上風況観測マストによる観測 3.1 観測地点の選定 3.2 風速及び風向の計測 3.3 データ解析		沖合風況III
4.	デュアルスキャニングライダーによる洋上観測 4.1 観測地点の選定 4.2 風速及び風向の計測 4.3 データ解析	・乱流強度補正方法に関する説明を追記 ・トレンドがある場合のフィルタ処理 ・最新の知見を反映	
5.	シングルスキャニングライダーによる観測 5.1 観測地点の選定 5.2 風速及び風向の計測 5.3 データ解析	・最新の知見を反映	

章	内容	更新内容	関連研究開発項目
6.	鉛直ライダーによる洋上観測 6.1 設置地点の選定 6.2 風速及び風向の計測 6.3 データ解析	・連続波式の鉛直ライダーの説明を追記（計測方法、水平風速場の構築方法、風向の曖昧さ等） ・乱流強度補正方法に関する説明を追記	沖合風況I, II, III
7.	フローティングライダーシステムによる洋上観測 7.1 設置地点の選定 7.2 観測方法 7.3 データ解析方法	・IEC61400-50-4、最新の知見を反映 ・沖合風況 研究開発項目Ⅰの成果の結果を反映 （乱流強度補正方法に関する説明を追記）	沖合風況I, II, III
8.	観測データ欠測時の補完及び精度検証 8.1 システム稼働率及びデータ有効率 8.2 観測データ欠測時の補完 8.3 精度のKPI及び許容基準	・複数の補完元を組合せる時の手順 ・ヴィアが生じる時の補完方法 ・沖合での補完方法について追記 ・FLS乱流強度補正の精度検証方法（KPI、適用可能性、機械学習の取り扱い等）	沖合風況I
9.	レポートの作成方法 9.1 設置及び観測レポート 9.2 評価レポート 9.3 検証レポート	・作成例を記載 ・べき指数に従わないケース ・ヴィアの影響が無視できないケースの評価	
文献		最新文献、本事業の成果の関連論文を追加	
附A.	SLのハードターゲット調整		
附B.	事前精度検証		
附C.	事前データ取得率確認		
附D.	FLSの設置工事の例		

株式会社ウインドエナジーコンサルティング　　日置　史紀
連絡先：hioki@jwinc.co.jp